

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18
по диссертации Кожевникова Сергея Игоревича
на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация: «Технологическое обеспечение повышения износостойкости пресс-форм на основе формирования рационального макрорельефа формообразующих поверхностей при фрезеровании на станках с ЧПУ» по специальности 2.5.6. Технология машиностроения принята к защите «23» ноября 2022 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.18, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «5» октября 2022 г. № 93-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Научный руководитель Макаров Владимир Федорович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Официальные оппоненты:

Гузев Виктор Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии автоматизированного машиностроения, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)» ЮУрГУ (НИУ) (г. Челябинск).

Кугультинов Сергей Данилович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология производства систем вооружения», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» (г. Ижевск).

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный технический университет» (г. Брянск).

Отзыв ведущей организации утвержден 20.12.2022г. ректором Федониным Олегом Николаевичем, доктором технических наук, профессором, заслушан на заседании кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» 13.12.2022г. (протокол № 4) и подписан Щербаковым Андреем Николаевичем, кандидатом технических наук, заведующим кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» и Хандожко Александром Владимировичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Металлорежущие станки и инструменты».

Отмечено, что диссертационная работа соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Ученого совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утвержденного ректором ПНИПУ 09.12.2021 г, а ее автор – Кожевников Сергей Игоревич — заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается областью их компетентности и научной деятельностью, связанной с исследованиями процессов, возникающих при фрезеровании в технологии машиностроения.

На автореферат и диссертацию поступило 14 отзывов:

1. Смыслов Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» г. Уфа.
2. Марков Андрей Михайлович, доктор технических наук, профессор, ректор, профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова» г. Барнаул.

3. Грубый Сергей Витальевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инструментальная техника и технологии» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» г. Москва.
4. Гусев Владимир Григорьевич, доктор технических наук, профессор. Профессор кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Владимирский государственный технический университет» г. Владимир.
5. Афонин Андрей Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения и нанотехнологий НИУ «БелГУ» ФГАОУ ВО «Белгородский национальный исследовательский технический университет» г. Белгород.
6. Хаймович Александр Исаакович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологий производства двигателей, Скуратов Дмитрий Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологий производства двигателей ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» г. Самара.
7. Ингеманссон Александр Рональдович, кандидат технических наук, главный технолог АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады», Фирсов Иван Викторович, кандидат технических наук, ведущий инженер-технолог АО «ФНПЦ «Титан-Баррикады» г. Волгоград.
8. Коряжкин Андрей Александрович, доктор технических наук, генеральный директор АО «Новые инструментальные решения» г. Рыбинск.
9. Пономарев Борис Борисович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология и оборудование машиностроительных производств» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» г. Иркутск.
10. Чигиринский Юлий Львович, доктор технических наук, профессор, Заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» г. Волгоград.
11. Зверовщиков Александр Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии и оборудование машиностроения» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» г. Пенза.
12. Табаков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор.

заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» г. Ульяновск.

13. Козлов Александр Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет» г. Липецк.

14. Зубарев Юрий Михайлович, заслуженный работник высшей школы РФ, профессор, доктор технических наук, профессор-консультант АО «Центр Технологии Судостроения и Судоремонта» г. Санкт-Петербург.

Все полученные отзывы положительные, а указанные недостатки не являются определяющими, частично носят дискуссионный характер и в целом не снижают высокой оценки работы. Во всех отзывах отмечено, что диссертационная работа является полным, законченным исследованием, соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Кожевников Сергей Игоревич заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. Технология машиностроения.

По теме диссертации соискателем опубликовано пятнадцать научных трудов, из них три в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них одна работа – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования (Web of Science, Scopus, Chiemiical Abstract и т.д.).

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Кожевников, С. И. Повышение долговечности пресс-форм на основе направленного формирования шероховатости на формообразующей поверхности / С. И. Кожевников, В. Ф. Макаров // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – Вып. 8, ч. 1. – С. 254–261. (ВАК)

Личный вклад Кожевникова Сергея Игоревича заключается в проведении анализа существующих технологий обработки пресс-форм, на основании которого показано, что существующие технологии не учитывают влияние процессов, происходящих в пресс-форме при технологическом цикле литья в серийном

производстве. Кожевниковым С.И. предлагается использовать направленное формирование макрорельефа на формообразующих поверхностях. Установлена взаимосвязь влияния траектории фрезерования формообразующих поверхностей на производительность технологического процесса и долговечность пресс-форм.

2. Кожевников, С. И. Разработка программного управления на основе использования компьютерного моделирования конструкции изделия / С. И. Кожевников, В. Ф. Макаров, // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2016. – Вып. 8, ч. 1. – С. 84–89. (ВАК)

Личный вклад Кожевникова Сергея Игоревича представлен в виде реализации разработки программного управления для высокоэффективного фрезерования многогнездных пресс-форм на основе использования компьютерного моделирования конструкции изделия. Приведены этапы решения комплексной задачи конструирования с применением CAD/CAM/CAE систем.

3. Кожевников, С. И. Влияние траектории фрезерования на износостойкость пространственно-сложных поверхностей формообразующей оснастки / С. И. Кожевников, В. Ф. Макаров // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия Прогрессивные технологии в машиностроении. – 2017. – № 9(204). – С. 37–40. (ВАК)

Личный вклад Кожевникова Сергея Игоревича заключается в теоретическом обосновании наиболее рациональных траекторий движения концевой фрезы при фрезеровании формообразующих поверхностей пресс-форм, а также установлении зависимости траектории фрезерования и износостойкости пресс-форм. При проведении экспериментального исследования показано влияние при коллинеарном и ортогональном направлении макрорельефа на формообразующих поверхностях относительно главного вектора течения расплава.

4. Kozhevnikov, S. I. Mill Conditions Effect on Roughness of Injection Molds Forming Surfaces / S. I. Kozhevnikov, V. F. Makarov // Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). Vol. II / Ed.: A. A. Radionov, O. A. Kravchenko, V. I. Guzeev, Yu. V. Rozhdestvenskiy. – [S. l.] : Springer Intern. Publ., 2020. – P. 325–335. – (Lecture Notes in Mechanical Engineering, ISSN 2195-4356). (Scopus)

При изучении Кожевниковым Сергеем Игоревичем параметров формообразующих поверхностей литейных пресс-форм определена зависимость

шероховатости от определяющих параметров фрезерования. Был проведен комплекс экспериментальных опытов на станке с ЧПУ. Получены эмпирические математические модели, устанавливающие взаимосвязь между шероховатостью и режимами фрезерования формообразующих поверхностей литейных пресс-форм из закаленных сталей. Полученные взаимосвязи в дальнейшем использованы для обработки формообразующих поверхностей пресс-форм.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны математические модели взаимосвязи полученных фрезерованием направлений траекторий обработки и высоты макрорельефа различных полостей пресс-форм с их износостойкостью и временем заполнения расплавом,

предложены научно обоснованные для полостей различных форм и размеров при различных направлениях течения расплава коэффициенты подобия, по численным значениям которых рекомендуется рациональный по направлению макрорельеф, обеспечивающий минимальное время заполнения пресс-форм расплавом,

доказано наличие закономерностей влияния высоты и направления формируемого при фрезеровании макрорельефа, по отношению к главному вектору течения расплава на износостойкость и время заполнения пресс-формы.

введен новый термин, характеризующий течение расплава в полостях пресс-форм различных размеров и направления: рациональный по направлению макрорельеф.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказаны научные** положения влияния высоты и направления макрорельефа на износостойкость полостей пресс-форм, обработанных концевыми сферическими фрезами, расширяющие представление об изучаемом явлении,

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов исследования, в том числе экспериментальных методов исследования износа полостей пресс-форм, **изложены** эмпирические доказательства теоретических положений при описании износа поверхностей пресс-форм, согласующиеся с результатами экспериментов на станках с ЧПУ.

раскрыты технологические возможности формирования рационального по направлению макрорельефа в различных полостях пресс-форм на их износостойкость и время заполнения расплавом,

изучены количественные соотношения между высотой и направлением макрорельефа, шероховатостью поверхностей пресс-форм и временем заполнения полостей с управляемыми параметрами режима фрезерования на станках с ЧПУ,

проведена модернизация существующих технологических подходов к изготовлению полостей пресс-форм, обеспечивающая получение новых научных результатов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены технологические рекомендации для формирования рационального по направлению макрорельефа на предприятиях ООО «ПК ДЭМИ» и ООО «Пермский крепеж» г. Перми, обеспечивающие повышение износостойкости при производстве 38 наименований пресс-форм на 45 % и снижение времени технологического цикла литья на 25 %.

определены границы практического использования результатов выполненных исследований для фрезерования пресс-форм из термически обработанных сталей 40X13 и 38ХНМ с твердостью HRC 55-57.

создана система практических рекомендаций для установления параметров режима фрезерования и направления рационального макрорельефа в полостях пресс-форм, обеспечивающих минимальное время заполнения пресс-форм расплавом.

представлены технологические рекомендации и алгоритм для разработки управляющих программ станков с ЧПУ, обеспечивающие рациональный по направлению макрорельеф на рекомендуемых параметрах режима фрезерования в полостях пресс-форм и характеризующиеся наименьшим износом и временем заполнения пресс-форм.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:
для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование, показана статистическая воспроизводимость результатов исследования износа пресс-форм на рекомендуемых параметрах режима фрезерования.

теория построена на современных фундаментальных положениях технологии машиностроения, резания материалов, математической статистики, компьютерного моделирования и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

идея базируется на анализе практики назначения технологических условий обработки полостей пространственно-сложных пресс-форм из термически обработанных материалов, обобщении передового производственного опыта,

использовано сравнение данных автора и данных, полученных ранее по исследованию процессов формообразования пространственно-сложных полостей.

установлено соответствие полученных автором результатов с представленными в независимых источниках периодической и справочной литературы результатами по исследованию процессов формообразования пространственно-сложных полостей,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представлен выборочный комплекс измерения износа полостей пресс-форм.

Личный вклад соискателя состоит в:

определении цели и задач исследований; теоретическом анализе и моделировании времени заполнения полостей пресс-форм с различными направлениями формируемого макрорельефа; формировании исходных данных и проведении экспериментальных исследований по износостойкости и времени заполнения полостей пресс-форм; обработке и систематизации экспериментальных результатов; участии во внедрении в производство разработанных технологических рекомендаций по формированию рационального по направлению макрорельефа; подготовке основных публикаций по материалам выполненной работы.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 с учетом дополнений от 26.09.2022 г., соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ» утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В.

В работе изложены научно обоснованные технологические решения по повышению износостойкости пресс-форм, производительности технологического

цикла литья под давлением изделий из полимерных композиционных материалов, сниженно себестоимости изготовления оснастки, имеющие важное значение для современной машиностроительной отрасли.

На заседании «27» января 2023 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.18 принял решение присудить Кожевникову Сергею Игоревичу ученую степень кандидата технических наук (протокол заседания № 1).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.18,

доктор технических наук,
доцент

Модорский Владимир Яковлевич

Ученый секретарь

совета Д ПНИПУ.05.18,

доктор технических наук,
профессор



Свирщев Валентин Иванович

«27» января 2023 г.

м.п.